

## Sorptionselement

Die Erfindung betrifft ein Sorptionselement für eine sorptionsgestützte Klimatisierungsanlage zur Beheizung und/oder Kühlung und/oder Entfeuchtung eines Raumes oder eines Luftstromes.

Sorptionselemente sind das zentrale Bauteil in Klimatisierungsanlagen dieser Art und werden in der Regel zur Klimatisierung und/oder Entfeuchtung von Behaglichkeitsbereichen, insbesondere Büro- oder Wohnräumen, Industrieräumen oder für die in der Industrie häufig benötigten Prozessluftströme verwendet.

Eine bekannte Ausführung eines Sorptionselements ist das Sorptionsrad. In diesem sind Kammern entlang des Umfangs ausgebildet in dem sich ein Trägermaterial für ein Sorptionsmittel befindet. Das Trägermaterial besteht zumeist aus Zellulose und besitzt eine wabenförmige Struktur, womit ein gutes Material-Oberflächen-Verhältnis und mechanische Stabilität gewährleistet ist. Übliche Sorptionsmittel sind Silikagel, hygroskopische Salze, insbesondere LiCl oder LiBr, Molsiebe oder hygroskopische Metalloxide, insbesondere  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Das Prinzip der Adsorption beruht darauf, dass die oben genannten Substanzen einem Luftstrom die ihm enthaltene Feuchte entziehen, wobei die dabei freiwerdende Verdunstungswärme den Luftstrom erwärmt. Dieser Vorgang ist reversibel, genannt Desorption, und wird deshalb auch zur Regeneration der Sorptionsmittel eingesetzt.

Sorptionsräder rotieren kontinuierlich um ihre Längsachse und werden dabei in unterschiedlichen Abschnitten permanent von zwei unterschiedlichen Luftströmen beaufschlagt. Ein Luftstrom unterstützt die gewünschte Klimatisierung, während ein zweiter, entsprechend aufbereiteter Luftstrom, für die jeweilige Regeneration der gerade nicht zur Klimatisierung eingesetzten Kammern sorgt, und somit ein Übersättigen des Sorptionsmaterials verhindert.

Nachteilig ist, dass aufgrund der permanenten Feuchtigkeits- und Temperaturschwanken, Ablösungen des Sorptionsmittels von Trägermaterial auftreten. Dieser Effekt, kombiniert mit den oftmals auftretenden Übersättigungen, führen häufig auch zur Zerstörung des Trägermaterials.

Ein weiterer Nachteil ist, dass Sorptionsräder aufgrund der wabenförmigen Struktur des Trägermaterials komplex im Aufbau und somit nur mit erheblichen Aufwand produzierbar sind. Das Sorptionsmittel an der Oberfläche der wabenförmigen Struktur weist zudem keinen

optimalen Wärme- und Stoffübergang auf. Dies, und der proportionale Zusammenhang zwischen der Menge des Sorptionsmittels und deren Sättigung führen zu groß volumigen Ausführungsformen. Dadurch ist das System nur bedingt skalierbar und weiters im Regelbereich eingeschränkt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Sorptionselement anzugeben, mit welchem die genannten Nachteile vermieden werden können, der Wärme- und Stoffübergang optimiert, die technisch realisierbaren Ausführungsgrößen reduziert, die verwendbare Menge des Sorptionsmittels variierbar ist, und die Beständigkeit bei Übersättigung erhöht werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass das Sorptionselement als Rohrteil mit einem Rohrquerschnitt und mit einem ersten und einem gegenüberliegendem zweiten offenen Ende ausgebildet ist, dessen erstes offene Ende mit einem ersten luftdurchlässigen Gitterelement begrenzt ist und dessen zweites offene Ende mit einem zweiten luftdurchlässigen Gitterelement begrenzt ist, wobei die Gitterelemente für ein Sorptionsmittel undurchlässig sind.

Aufgrund dieser Ausbildung kann das Sorptionsmittel zwischen die Gitterelemente ohne Zuhilfenahme eines Trägermaterials eingebracht werden. Eine durch Schüttung ungeordnete Anhäufung des Sorptionsmittels im Sorptionselement bietet dem jeweils beaufschlagten Luftstrom beim Durchströmen eine besonders große wirkende spezifische Oberfläche, woraus ein größerer Durchströmwiderstand resultiert. Dadurch wird der Wärme- und Stoffübergang verbessert, was zu einem effizienteren Ad- oder Desorptionsverhalten führt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Sorptionselement einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt aufweist. Dies erlaubt in vorteilhafter Weise, dass eine aus strömungstechnischer Sicht optimale Geometrie für den jeweils beaufschlagten Luftstrom vorhanden ist und somit eine gleichmäßige Verteilung der Durchströmung erzielt werden kann. Zusätzlich ist der Materialaufwand für das Sorptionselement aufgrund des kreisförmigen Querschnittes gering.

Eine Variante der Erfindung kann darin bestehen, dass das Sorptionselement einen im Wesentlichen polygonalen, insbesondere rechteckigen, Querschnitt aufweist. So können für ein Sorptionselement die Fertigungskosten reduziert werden. Weitere Vorteile zeigen sich in den Kosten für Verpackung, Lagerung, Transport sowie die Möglichkeit einer einfachen Montage.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das erste offene Ende und/oder das zweite offene Ende kleiner ist als der Rohrquerschnitt. Es ergibt sich hier der

vorteilhafte Effekt, dass die Reduktion des Querschnittes wie eine Düse wirken kann. Das ermöglicht, das Sorptionsmittel mit einem Luftstrom derart zu beaufschlagen, dass es zu einer Verwirbelung kommt. Dadurch wird die größtmögliche wirkende, spezifische Oberfläche des Sorptionsmittels erzielt woraus sich ein verbesserter Wärme- und Stoffübergang ableitet.

In Weiterführung der Erfindung kann vorgesehen sein dass eine Wartungsöffnung vorgesehen ist, durch die das Sorptionsmittel in das Sorptionselement einbringbar und/oder austauschbar ist. Dies erweist sich als vorteilhaft, da, falls erforderlich, Sorptionsmittel einfach nachgefüllt, entnommen oder getauscht werden kann. Weiters erlaubt die Wartungsöffnung, dass im Falle einer Verunreinigung des Sorptionsmittels dieses leicht entnommen und gereinigt oder ersetzt werden kann.

Eine Variante der Erfindung kann darin bestehen, dass das Sorptionsmittel Silikagel, ein hygroskopisches Salz, insbesondere LiCl oder LiBr, ein Molsieb, hygroskopisches Metalloxid, insbesondere  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , oder eine Kombination der vorgenannten umfasst. Auf diese Weise kann die zur Sorption notwendige Eigenschaft der Feuchtigkeitsänderung bei gleichzeitiger Temperaturänderung des umströmenden Mediums gewährleistet und/oder eingestellt werden.

Eine Variante der Erfindung kann sein, dass das Sorptionsmittel als Schüttung angeordnet ist. Es ergibt sich hier der Vorteil, dass die für eine Steigerung des Wärme- und Stoffübergangs beeinflussbaren Möglichkeiten, Erhöhung der spezifisch wirkenden Oberfläche und Reduktion der Durchflussgeschwindigkeit, genutzt werden.

In Ausgestaltung der Erfindung kann weiters vorgesehen sein, dass bei im Wesentlichen senkrechter Anordnung des Sorptionselements, das Sorptionsmittel bis zu einer Höhe aufgeschüttet ist, die geringer als die Länge des Sorptionselements ist. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass sich Verwirbelungen räumlich ausbreiten können. Weiters bietet diese Ausführung die Möglichkeit, die Menge des Sorptionsmittels der jeweils gewünschten Klimatisierung anzupassen. Dies ist vorteilhaft, da somit auch die Skalier- und infolge dessen die Regelbarkeit erhöht wird.

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Sorptionsmittel durch einen Luftstrom, insbesondere von unten kommend, fluidisierbar/verwirbelbar ist. Vorteilhaft ist, dass die spezifisch wirkende Oberfläche einer Wirbelschicht wesentlich höher ist als bei einer homogenen Durchströmung einer Schüttung oder gar einem herkömmlichen Sorptionsrad mit Trägermaterial. Dies führt zu einer weiteren Steigerung des Wärme- und Stoffübergangs.

Die Erfindung betrifft weiters ein Sorptionssystem für eine sorptionsgestützte Klimatisierungsanlage zur Entfeuchtung und/oder Beheizung und/oder Kühlung eines Raumes oder eines Luftstromes.

Ein bekanntes Sorptionssystem ist das Sorptionsrad mit Trägermaterial auf dem das Sorptionsmittel aufgebracht ist.

Nachteil dieses Systems ist, dass aufgrund der häufigen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen das Sorptionsmittel vom Trägermaterial ablöst und dieses, speziell nach mehrmaligem Übersättigen, aufgrund von Wasserabscheidungen zerstört wird. Hinzukommen große Ausführungsformen aufgrund des schlechten Wirkungsgrades, dadurch ist das System nur bedingt skalierbar und somit im Regelbereich eingeschränkt.

Aufgabe eines Sorptionssystems ist es daher, die oben genannten Nachteile zu vermeiden und das System derart weiterzubilden, dass es bei akzeptablen Baugrößen rentabel und kontinuierlich betrieben werden kann und entsprechend regelbar ausgeführt ist.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, dass das Sorptionssystem wenigstens zwei im Wesentlichen parallel verlaufende Sorptionselemente, nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfasst. Der Vorteil dabei ist, dass durch die räumliche Nähe der Sorptionselemente ein alternierendes Beaufschlagen mit Aufbereitungs- und/oder Regenerationsluftstrom einfach realisiert werden kann, ohne die Größe der baulichen Ausführung entscheidend zu beeinflussen.

Gemäß einer weiteren Ausbildung kann vorgesehen sein, dass das Sorptionssystem um eine Achse im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Sorptionssystems drehbar und/oder normal zu seiner Längsrichtung bewegbar ist. Dies erlaubt in vorteilhafter Weise, dass die Zu- und/oder Ableitung der unterschiedlichen Luftströme starr ausgeführt werden kann. Das unterschiedliche Beaufschlagen der einzelnen Sorptionselemente erfolgt durch die Bewegung des Sorptionssystems selbst und vereinfacht somit wesentlich die technische Umsetzung.

Die Erfindung betrifft weiters ein Verfahren für eine sorptionsgestützte Klimatisierungsanlage zur Entfeuchtung und/oder Beheizung und/oder Kühlung eines Raumes oder eines Luftstromes mit einem Sorptionselement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gegebenenfalls einem Sorptionssystem nach Anspruch 10 oder 11.

Bekannte Verfahren in der Klimatechnik sind der Einsatz von Kältemaschinen wie Kompressionskälteaggregate, der Entfeuchtung durch Taupunktunterschreitung mit Hilfe von Kältekreisläufen sowie das bekannte Verfahren der Verdunstungskühlung.

Nachteilig dabei ist, dass diese Verfahren nur mit hohem elektrischen Aufwand realisiert werden können und somit hohe Systemkosten anfallen. Weitere Kosten entstehen durch das schlechte Langzeitverhalten und den somit erforderlichen hohen Wartungsaufwand. Ein weiterer Nachteil betrifft die schlechte Umweltverträglichkeit der bekannten Systeme, da diese nur unter Einsatz von ökologisch bedenklichen und/oder toxischen Kältemitteln betrieben werden können welche speziell entsorgt werden müssen. Diese Nachteile sind Ursache dafür, dass sorptionsgestützte Klimatisierungsanlagen derzeit nur in Versuchsanlagen betrieben werden und kommerziell nicht einsetzbar sind.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Klimatisierung anzugeben, mit welchen die genannten Nachteile vermieden werden können, insbesondere hinsichtlich der ökonomischen und ökologischen Schwachpunkte wie der Verzicht auf toxische Kältemittel, Steigerung der Lebensdauer, Erhöhung der Betriebssicherheit sowie das Senken der Betriebskosten.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, dass in einem Aufbereitungszyklus der aufzubereitende Luftstrom durch wenigsten eines der Sorptionselemente geführt wird, wobei dem aufzubereitendem Luftstrom Feuchtigkeit entzogen wird. Auf diese Weise wird gemäß dem Prinzip der Sorption neben dem Entzug von Feuchtigkeit eines Luftstroms auch Wärme gewonnen, die direkt zur Heizung eines Raumes und/oder Luftstroms verwendet wird oder der Klimatisierungsanlage zur Steigerung der Effizienz zurückgeführt wird. Der Einsatz von Sorptionselementen gemäß den Ansprüchen 1 bis 9, gegebenenfalls von Sorptionssystemen gemäß den Ansprüchen 10 und 11, gewährleistet gesteigerte Betriebssicherheit kombiniert mit einem höheren Wirkungsgrad und reduziertem Wartungsaufwand.

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass nach dem Erreichen eines vorgegebenen Sättigungsgrades des Sorptionsmittels in einem Regenerationszyklus ein Regenerationsluftstrom, insbesondere erwärmte Luft, durch das wenigstens eine Sorptionselement geführt wird, und nach Regeneration der Aufbereitungszyklus erneut gestartet wird. Damit ist sichergestellt, dass die Eigenschaft der Feuchtigkeitsaufnahme des Sorptionsmittels wiederhergestellt wird. Das Sorptionsmittel kann somit wieder effektiv bis zum neuerlichen Erreichen des Sättigungsgrades im folgenden Aufbereitungszyklus eingesetzt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zwei oder mehrere Sorptionselemente zueinander zeitlich versetzt Aufbereitungs- und Regenerationszyklen ausführen. Damit kann erreicht werden, dass sich die einzelnen Sorptionselemente permanent

in einem Aufbereitungs- und/oder Regenerationszyklus befinden und somit einen kontinuierlichen Betrieb des Sorptionssystems ermöglichen.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigezeichneten Zeichnungen, in welchen Ausführungsformen und Verfahrenserläuterungen dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 Sorptionselement im Grundriss und Aufriss zur Darstellung eines kreisförmig ausgebildeten Rohrquerschnitts;

Fig. 2 Sorptionselement im Grundriss und Aufriss zur Darstellung eines quadratisch ausgebildeten Rohrquerschnitts;

Fig. 3 Ausführungsform eines Sorptionssystems im Aufriss;

Fig. 4 Funktionsskizze einer sorptionsgestützte Klimatisierung im zyklischen Verfahren;

Fig. 5 Funktionsskizze einer sorptionsgestützte Klimatisierung im stetigen Verfahren;

Das Prinzip der Sorption ist durch zwei Phänomene bekannt, der Adsorption und der Desorption. Bei der Adsorption wird einem über ein Sorptionsmittel strömenden Luftstrom Feuchtigkeit entzogen, wobei sich dieser aufgrund der entstehenden Verdunstungswärme erwärmt. Dieser Effekt wird in einer sorptionsgestützten Klimatisierungsanlage im Aufbereitungszyklus genützt. Adsorption ist reversibel, man spricht dann von Desorption. Desorption wird genutzt, indem ein mit Feuchtigkeit gesättigtes Sorptionsmittel mit warmer Luft beaufschlagt wird, wobei so dem Sorptionsmittel Feuchtigkeit entzogen wird. Dieser Vorgang findet ebenfalls in sorptionsgestützten Klimatisierungsanlagen Anwendung, und zwar im Regenerationszyklus. Die technische Umsetzung erfolgt in einem Sorptionselement 1 das sowohl im Aufbereitungs- als auch Regenerationszyklus eingesetzt werden kann.

Figur 1 zeigt eine Ausführungsform eines Sorptionselements 1 mit kreisrundem Rohrquerschnitt 16. Wesentlich ist, dass das Sorptionselement 1 als Rohrteil ausgebildet ist, dessen offene Enden 11 und 12 jeweils mit einem Gitterelement 13 und 14 versehen sind. Hauptmerkmal der Gitterelemente 13 und 14 ist, dass sie für ein Sorptionsmittel 3 undurchlässig sind, ohne jedoch den Durchfluss des Luftstromes erheblich zu beeinflussen. Die Ausführungsform der Gitterelemente 13 und 14 wird durch die Wahl des Sorptionsmittels 3 bestimmt. Das Sorptionsmittel 3 ist üblicherweise als Granulat ausgeführt dessen

wesentliches Merkmal neben dem Material selbst die Korngröße ist. Je größer die Korngröße des Sorptionsmittels 3, desto großmaschiger können die Gitterelemente 13 und 14 ausgeführt sein.

Die Wahl des für die Gitterelemente 13 und 14 eingesetzten Materials hängt ebenfalls von der Beschaffenheit des Sorptionsmittels 3 sowie des durchströmenden Mediums ab. Wesentlich ist, dass die Gitterelemente 13 und 14 chemische und mechanische Beständigkeit aufweisen. Chemische Resistenz, speziell gegen Oxidation ist eine Grundvoraussetzung um einen sicheren Langzeitbetrieb zu gewährleisten. Mögliche weitere chemische Reaktionen die den Betrieb der Klimatisierungsanlage beeinflussen, indem z.B. die Qualität des aufzubereitenden Luftstroms beeinflusst wird, müssen ebenfalls vermieden werden. Je nach Menge des Sorptionsmittels 3 kann die mechanische Ausführung der Gitterelemente 13 und 14 unterschiedlich ausfallen. So ist denkbar, dass in kleineren Sorptionselementen 1 die Gitterelemente 13 und 14 als ein über einen Rahmen gespannter textiles Stoffteil ausgebildet sind, während in großen Sorptionselementen 1 die Gitterelemente 13 und 14 in Form eines grobmaschigen Siebes, unterstützt durch eine geeignete mechanische Konstruktion ausgeführt sein kann.

Entscheidend ist auch die Art der Befestigung der Gitterelemente 13 und 14 an das jeweilige Rohrteil. So ist es denkbar, dass die Gitterelemente 13 und 14 mit leicht lösbaren Verbindungselementen am Rohrteil befestigt wird. Diese können als Schraubverbindungen, Klemmverbindungen, Spannwerke wie Federn, Riemen oder Gurte ausgeführt sein. Lösbare Verbindungselemente sind besonders beim Abstimmen der Klimatisierungsanlage hilfreich, da die offenen Enden 11 und 12 des Rohrteils leicht zugänglich sind und somit das Einbringen, das Nachfüllen oder das Austauschen des Sorptionsmittels 3 erleichtert wird. So kann eine Wartungsöffnung 17 realisiert werden.

Werden die Gitterelemente 13 und 14 mit einer nur bedingt oder nicht lösbaren Verbindungsmethode montiert, z.B. angenietet, verschweißt, verlötet oder verklebt, vorstellbar bei größeren Anlagen, so muss eine alternative Einbringmöglichkeit für das Sorptionsmittel 3 vorgesehen werden. Denkbar ist, dass eine gut zugängliche, leicht zu öffnende/verschließende Wartungsöffnung 17 ausgebildet ist. Vorstellbar ist die Ausführung in Form einer Klappe mit entsprechendem Verschluss oder einer verschraubbaren Abdeckung im oberen Bereich des üblicherweise aufrecht eingesetzten Sorptionselements 1.

Figur 2 zeigt einen weiteren denkbaren Rohrquerschnitt 16, in Quadrat. Je nach Ausbildung des Sorptionselements 1 kann der Rohrquerschnitt 16 auch in andere polygonale Geometrien

umgesetzt sein, insbesondere in Rechtecke unterschiedlichster Seitenverhältnisse. Denkbar sind diese Ausführungsformen bei Klimatisierungsanlagen mit vorgegebenen Platzverhältnissen. Dies kann bei Anlagen der Fall sein, in denen die Unterstützung durch ein Sorptionselement 1 erst nachträglich eingebaut wird.

In beiden Figuren 1 und 2 ist zu erkennen, dass das Sorptionsmittel 3 nicht über die gesamte Länge 15 des Sorptionselements eingebracht ist. Dadurch kann die Menge des Sorptionsmittels 3 an die Erfordernisse der Klimatisierungsanlage angepasst werden.

Das Sorptionsmittel 3 wird durch die Wartungsöffnung 17, welche gesondert ausgeführt oder in die Gitterelemente 13 und 14 integriert sein kann, eingebracht. Der wesentliche Unterschied zu den bisher bekannten Verfahren liegt in der Art, in der das Sorptionsmittel 3 in das Sorptionselement 1 eingebracht ist. Während bislang aufwendig gestaltetes Trägermaterial verwendet wird, an dem das Sorptionsmittel 3 aufgebracht ist, wird im Sinne der Erfindung das Sorptionsmittel 3 als Schüttung in das Sorptionselement 1 eingebracht. Bei gleicher Ausführungsgröße kann so mehr Sorptionsmittel 3 eingebracht werden und bietet den wesentlichen Vorteil, dass die gesamte Oberfläche des Sorptionsmittels 3 zum Wärme- und Stoffübergang genützt wird, im Gegensatz zu bislang verwendeten Sorptionselementen die einen Oberflächenverlust durch das Verbinden mit den Trägermaterial mit sich bringen. Dadurch erhöht sich die spezifisch wirkende Oberfläche des Sorptionsmittels 3 und ein Funktionsausfall aufgrund von Zerstörung des Trägermaterials, z.B. hervorgerufen durch Übersättigung, kann ausgeschlossen werden.

Das Sorptionselement 1 kann mit Luftströmen unterschiedlicher Durchströmrichtung und -geschwindigkeit beaufschlagt werden. Die Differenz zwischen der Länge 15 des Sorptionselements 1 und der Höhe 31 der Schüttung des Sorptionsmittels 3 bilden eine Kammer. Diese wirkt als Beruhigungskammer in der sich der durch das Sorptionsmittel 3 bereits durchgeströmte Luftstrom homogenisieren kann, um anschließend als laminare Strömung durch das zweite Gitterelement 14 dem Klimatisierungsprozess zugeführt zu werden. Eine weitere Wirkungsweise der Kammer ist, dass im Falle einer umgekehrten Durchströmung, sich der Luftstrom homogen über den Rohrquerschnitt 16 verteilt, und erst dann das Sorptionsmittel 3 durchströmt. Dabei nützt der Luftstrom die gesamte Querschnittsfläche. Eine mögliche weitere Ausnutzungsform der Kammer kann sein, dass sie bei hohen Durchströmgeschwindigkeit des beaufschlagten Luftstroms Platz für Verwirbelungen bietet.



Die Abbildungen 1 und 2 zeigen in den jeweils rechten Bildern mögliche Ausbildungen des Sorptionselements 1, um den Effekt der Verwirbelung zu erzielen. Die notwendige Steigerung der Durchströmgeschwindigkeit wird durch Reduktion des Rohrquerschnitts 16 erreicht. Der Vorteil dieser Durchströmungsmethode liegt darin, dass dies, verglichen mit dem homogenen Durchströmen einer Schüttung, eine zusätzliche Vergrößerung der spezifisch wirkenden Oberflächen mit sich bringt und dadurch der Wärme- und Stoffübergang zusätzlich gesteigert wird.

Als Sorptionsmittel 3 werden Silikagel, ein hygroskopisches Salz, insbesondere LiCl oder LiBr, ein Molsieb, hygroskopisches Metalloxid, insbesondere  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , oder eine entsprechende Kombination verwendet. Möglich ist, dass das zumeist als Granulat ausgeführte Sorptionsmittel 3 in unterschiedlichen Korngrößen eingesetzt wird. Damit kann ein für die Anlage abgestimmtes Verhältnis von Oberfläche zu Masse des gewählten Sorptionsmittels 3 eingesetzt werden.

In Figur 3 ist eine mögliche Ausführungsvariante eines Sorptionssystems 2 dargestellt, ein Sorptionsrad mit erfindungsgemäßen Sorptionselementen 1. Ein Sorptionssystem 2 besteht aus zumindest zwei parallel verlaufenden Sorptionselementen 1, isoliert voneinander, die gleichzeitig, jeweils gegengleich, mit den unterschiedlichen Luftströmen beaufschlagt werden. In Figur 3 enthält das Sorptionssystem 2 acht Sorptionselemente 1. Aufbereitungs- und Regenerationszyklus können so zur selben Zeit stattfinden und ermöglichen so eine stetige Unterstützung der Klimatisierungsanlage. Das Sorptionsrad rotiert um seine Längsachse, wobei die um den Umfang angeordneten Sorptionselemente 1 an den unterschiedlichen Luftströmen vorbeigeführt werden. Dieses Prinzip ist einfach zu realisieren da die Zu- und Ableitungen der Luftströme starr ausgeführt sein können.

Ein weiteres denkbare System zum kontinuierlichen Betrieb kann durch Translation der parallel verlaufenden Sorptionselemente 1 normal um ihre Längsachse erreicht werden. Dies ist erforderlich, wenn die parallel verlaufenden Sorptionselemente 1 linear nebeneinander angeordnet sind.

Kombinationen von Rotation und Translation sind vorstellbar, wenn die Sorptionselemente 1 matrizenförmig angeordnet sind. Eine Möglichkeit der Realisierung kann z.B. der Einsatz einer geführten Umlaufkette sein.

In den Figuren 4 und 5 sind zwei unterschiedliche Betriebsverfahren zur permanenten Unterstützung einer Klimatisierungsanlage dargestellt. Zur näheren Erläuterung gilt in beiden Figuren folgende Nomenklatur:

- a ..... Verteiler
- b ..... Gebläse
- c ..... Wärmetauscher
- c' ..... Strangumschaltung
- d ..... Wärmetauscher
- e ..... Eindüsung
- f ..... Bypass
- g ..... Frischluft
- h ..... Regenerationsluft
- i ..... Zuluft
- j ..... Abluft
- k ..... Fortluft
- l ..... Aufbereitungsluft

In Figur 4 ist ein zyklisches Verfahren abgebildet. Kernstück dieses Verfahrens bilden zwei separate, räumlich getrennte Sorptionselemente 1. Während ein Sorptionselement 1 im Aufbereitungszyklus arbeitet, befindet sich das andere im Regenerationszyklus. Die Regeneration erfolgt bei höheren Temperaturen und verläuft somit schneller. Erreicht das im Aufbereitungszyklus arbeitende Sorptionselement 1 einen definierten Grenzwert der Sättigung mit Wasser, so werden durch die Strangumschaltung c' Regenerationsluftstrom und Aufbereitungsluftstrom getauscht. Somit wird nach dem Umschalten das gesättigte Sorptionselement 1 nun mit Regenerationsluft, und das regenerierte Sorptionselement 1 mit Aufbereitungsluft beaufschlagt. Dieses alternierende Umschalten bei Erreichen einer definierten Sättigungsgrenze ermöglicht ein kontinuierliches Unterstützen der Klimatisierungsanlage.

In Figur 5 ist das stetige Verfahren dargestellt. Kernstück dabei bildet das Sorptionsrad. Kennzeichnend bei diesem Verfahren sind die starr ausgeführten Zu- und Ableitungen von Regenerations- und Aufbereitungsluftstrom. Das Beaufschlagen mit den jeweiligen Luftströmen erfolgt durch Rotation des Sorptionsrades, dh die verbundenen, jedoch isolierten

Sorptionselemente 1 werden in den jeweiligen Luftstrom gedreht. Die Zu- und Ableitungen der Luftströme sind so ausgelegt, dass sich permanent ein Sorptionselement 1 im Aufbereitungs- und ein zweites Sorptionselement 1 im Regenerationszyklus befindet wodurch eine ständige Unterstützung der Klimatisierungsanlage umgesetzt werden kann.

Ein einfaches Beispiel der Wirkungsweise eines Sorptionselements 1 oder Sorptionssystems 2 ist das Entfeuchten der Abluft j, z.B. eines Schwimmbades. Die Abluft j wird durch ein Sorptionselement 1 im Aufbereitungszyklus geführt, wobei dem Luftstrom Feuchtigkeit entzogen wird und sich dieser durch die frei werdende Verdunstungswärme erwärmt. Dieser erwärmte und getrocknete Luftstrom kann nun wieder direkt der Schwimmhalle zugeführt werden, wodurch sich der Heizenergieaufwand erheblich reduziert.

Sollen bestimmte Temperaturen und Endfeuchten erzielt werden, so kann der Luftstrom i durch Wärmetauscher c und d abgekühlt werden. Das Vorbefeuchten des Luftstromes i durch Wassereindüsung e senkt die Temperatur weiter und bietet zusätzlich die Möglichkeit, bestimmte Luftfeuchten zu erreichen. Je nach Bedarf können so gezielt Temperatur und Feuchtigkeit eines Luftstromes i eingestellt werden. Eine Umstellung von z.B. Winter- auf Sommerbetrieb kann einfach realisiert werden, indem gezielt Wärmetausch- oder Eindüseinheiten c, d und e mit Bypässen f umgangen, oder z.B. ohne Kühlung durchströmt werden. Das Sorptionselement 1 kann somit ganzjährig in der Anlage verbleiben. Ein wesentliche Vorteil der sorptionsgestützten Klimatisierungsanlage besteht darin, dass die Sorptionselemente 1 mit allen erprobten Befeuchtungssystemen, externen Kühlungen oder alternativen Wärmequellen, insbesondere Solarwärme, Abwärme aus Industrie, Kondensationswärme von Kälteanlagen, Kraft-Wärme-Kopplung kombiniert werden können.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Sorptionselement (1) für eine sorptionsgestützte Klimatisierungsanlage zur Entfeuchtung und/oder Beheizung und/oder Kühlung eines Raumes oder eines Luftstromes, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sorptionselement (1) als Rohrteil mit einem Rohrquerschnitt (16) und mit einem ersten (11) und einem gegenüberliegendem zweiten (12) offenen Ende ausgebildet ist, dessen erstes offene Ende (11) mit einem ersten luftdurchlässigen Gitterelement (13) begrenzt ist und dessen zweites offene Ende (12) mit einem zweiten luftdurchlässigen Gitterelement (14) begrenzt ist, wobei die Gitterelemente (13, 14) für ein Sorptionsmittel (3) undurchlässig sind.
2. Sorptionselement (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sorptionselement (1) einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt aufweist.
3. Sorptionselement (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sorptionselement (1) einen im Wesentlichen polygonalen, insbesondere rechteckigen, Querschnitt aufweist.
4. Sorptionselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste offene Ende (11) und/oder das zweite offene Ende (12) kleiner ist als der Rohrquerschnitt (16).
5. Sorptionselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Wartungsöffnung (17) vorgesehen ist, durch die das Sorptionsmittel (3) in das Sorptionselement (1) einbringbar und/oder austauschbar ist.
6. Sorptionselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sorptionsmittel (3) Silikagel, ein hygroskopisches Salz, insbesondere LiCl oder LiBr, ein Molsieb, hygroskopisches Metalloxid, insbesondere  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , oder eine Kombination der vorgenannten umfasst.

7. Sorptionselement (1) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sorptionsmittel (3) als Schüttung angeordnet ist.
8. Sorptionselement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei im Wesentlichen senkrechter Anordnung des Sorptionselements (1), das Sorptionsmittel (3) bis zu einer Höhe (31) aufgeschüttet ist, die geringer als die Länge (15) des Sorptionselements (1) ist.
9. Sorptionselement (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sorptionsmittel (3) durch einen Luftstrom, insbesondere von unten kommend, fluidisierbar/verwirbelbar ist.
10. Sorptionssystem (2) für eine sorptionsgestützte Klimatisierungsanlage zur Entfeuchtung und/oder Beheizung und/oder Kühlung eines Raumes oder eines Luftstromes **dadurch gekennzeichnet**, dass es wenigstens zwei im Wesentlichen parallel verlaufende Sorptionselemente (1), nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfasst.
11. Sorptionssystem (2) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass es um eine Achse im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Sorptionssystems (2) drehbar und/oder normal zu seiner Längsrichtung bewegbar ist.
12. Verfahren für eine sorptionsgestützte Klimatisierungsanlage zur Entfeuchtung und/oder Beheizung und/oder Kühlung eines Raumes oder eines Luftstromes mit einem Sorptionselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gegebenenfalls mit einem Sorptionssystem (2) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Aufbereitungszyklus der aufzubereitende Luftstrom durch wenigstens eines der Sorptionselemente (1) geführt wird, wobei dem aufzubereitenden Luftstrom Feuchtigkeit entzogen wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Erreichen eines vorgegebenen Sättigungsgrades des Sorptionsmittels (3) in einem Regenerationszyklus ein Regenerationsluftstrom, insbesondere erwärmte Luft, durch das wenigstens eine

Sorptionselement (1) geführt wird, und nach Regeneration der Aufbereitungszyklus erneut gestartet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei oder mehrere Sorptionselemente (1) zueinander zeitlich versetzt Aufbereitungs- und Regenerationszyklen ausführen.

1 / 5

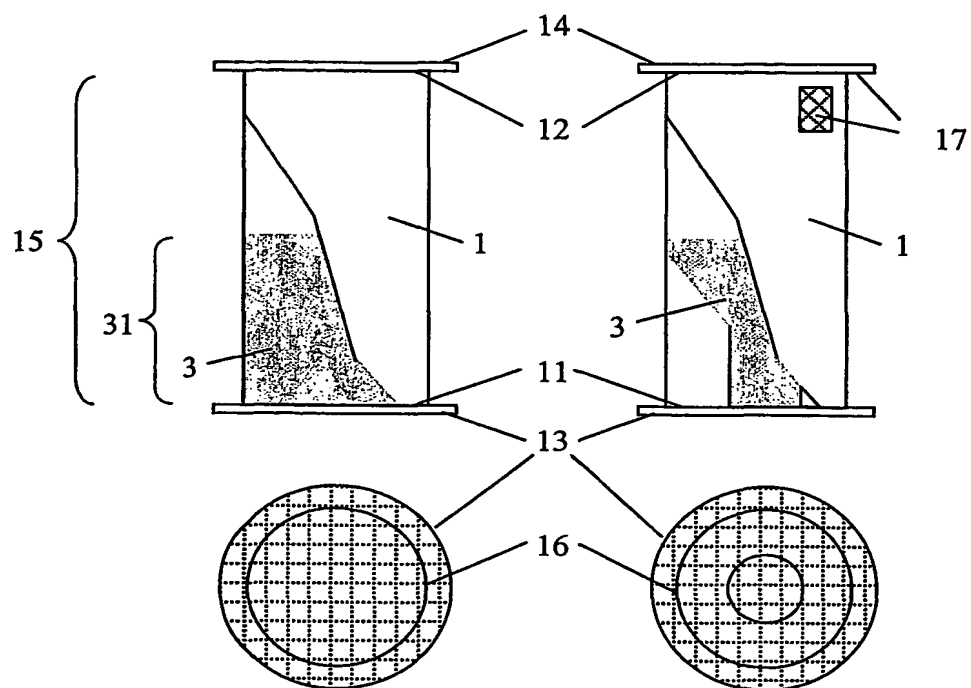


Fig. 1

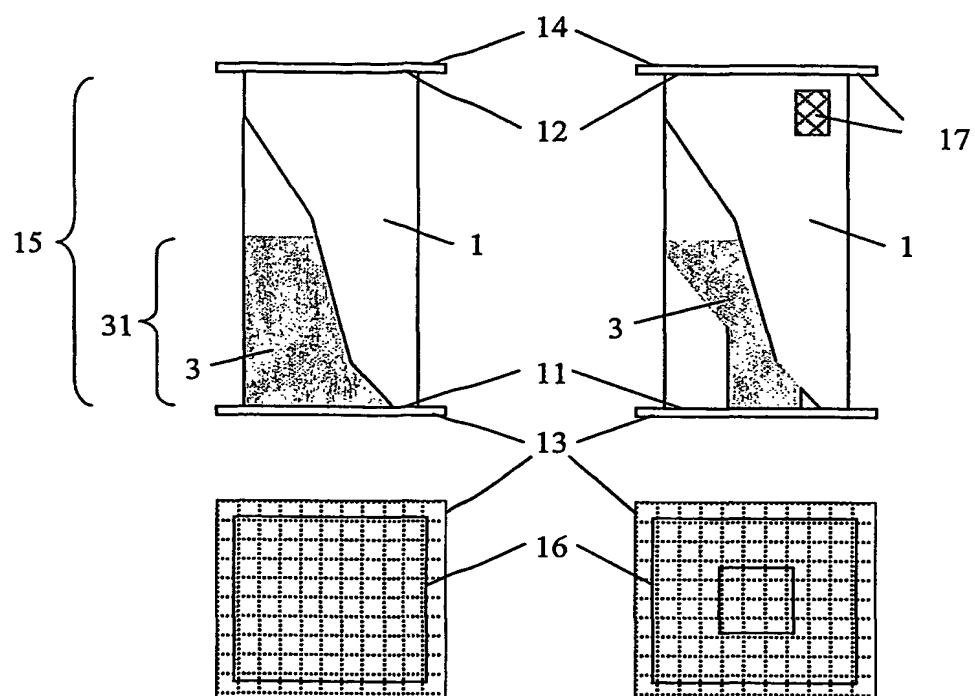


Fig. 2



3 / 5

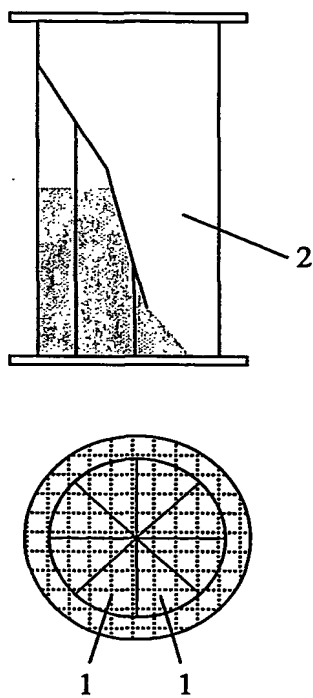


Fig. 3

4 / 5

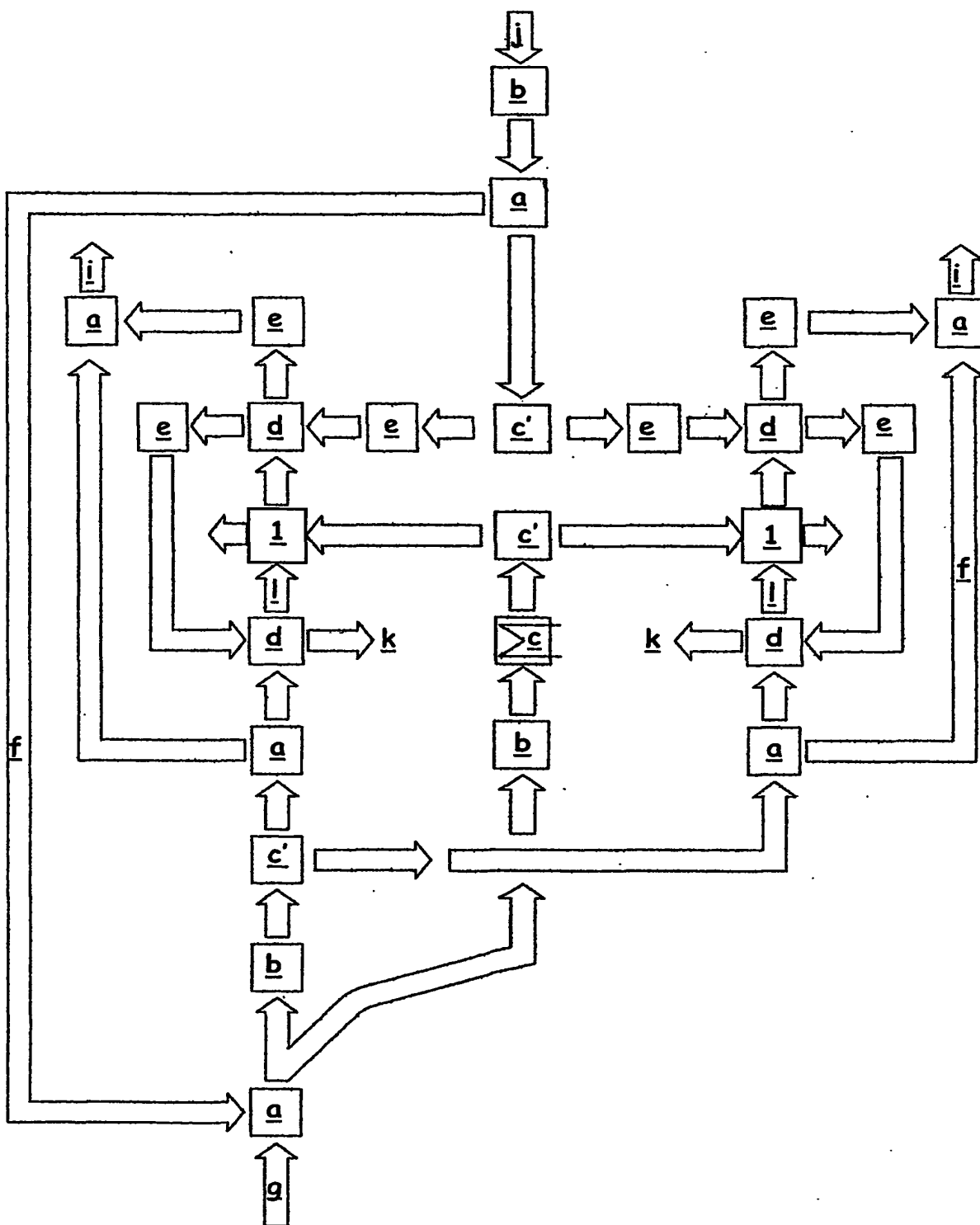


Fig. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/AT2004/000442

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B01D53/26 B01D53/06 F24F3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B01D F24F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 687 573 A (MILLER ET AL) 18 August 1987 (1987-08-18) column 3, line 64 - column 10, line 52; figures 1,2	1,2,6, 10,12-14
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 063 (C-406), 26 February 1987 (1987-02-26) & JP 61 222523 A (P S KANKYO GIKEN KK), 3 October 1986 (1986-10-03) abstract	1,2,6, 12,13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 011 (C-145), 18 January 1983 (1983-01-18) & JP 57 167718 A (NOBUKO TAMAOKI; others: 01), 15 October 1982 (1982-10-15) abstract	1,2,4
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 March 2005

Date of mailing of the international search report

17/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lienhard, D

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/AT2004/000442

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 711 097 A (BESIK ET AL) 8 December 1987 (1987-12-08) column 3, line 48 - column 5, line 63; figure 1 -----	1,2,10, 12,13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/AT2004/000442

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4687573	A	18-08-1987	DE 3568706 D1 EP 0172003 A1 GB 2163065 A , B JP 1948041 C JP 6065369 B JP 61054209 A	20-04-1989 19-02-1986 19-02-1986 10-07-1995 24-08-1994 18-03-1986
JP 61222523	A	03-10-1986	NONE	
JP 57167718	A	15-10-1982	NONE	
US 4711097	A	08-12-1987	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B01D53/26 B01D53/06 F24F3/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B01D F24F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 687 573 A (MILLER ET AL) 18. August 1987 (1987-08-18) Spalte 3, Zeile 64 – Spalte 10, Zeile 52; Abbildungen 1,2	1,2,6, 10,12-14
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 011, Nr. 063 (C-406), 26. Februar 1987 (1987-02-26) & JP 61 222523 A (P S KANKYO GIKEN KK), 3. Oktober 1986 (1986-10-03) Zusammenfassung	1,2,6, 12,13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 007, Nr. 011 (C-145), 18. Januar 1983 (1983-01-18) & JP 57 167718 A (NOBUKO TAMAOKI; others: 01), 15. Oktober 1982 (1982-10-15) Zusammenfassung	1,2,4
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/03/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lienhard, D

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/AT2004/000442

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 4 711 097 A (BESIK ET AL)  8. Dezember 1987 (1987-12-08)  Spalte 3, Zeile 48 - Spalte 5, Zeile 63;  Abbildung 1</p> <p>-----</p>	<p>1,2,10,  12,13</p>



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/AT2004/000442

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4687573	A	18-08-1987	DE	3568706 D1	20-04-1989
			EP	0172003 A1	19-02-1986
			GB	2163065 A , B	19-02-1986
			JP	1948041 C	10-07-1995
			JP	6065369 B	24-08-1994
			JP	61054209 A	18-03-1986
JP 61222523	A	03-10-1986	KEINE		
JP 57167718	A	15-10-1982	KEINE		
US 4711097	A	08-12-1987	KEINE		